

## GLASS HAVING HIGH MODULUS OF SPECIFIC ELASTICITY

Patent number: JP11116267  
Publication date: 1999-04-27  
Inventor: SUU GAKUROKU; TORATANI HISAYOSHI  
Applicant: HOYA CORP  
Classification:  
- International: C03C3/087; C03C3/062; C03C3/095; C03C3/097;  
G11B5/62; G11B5/84; G11B7/24  
- european:  
Application number: JP19970239823 19970904  
Priority number(s): JP19970239823 19970904; JP19960233933 19960904;  
JP19970217622 19970812

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP11116267

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a glass material having high strength, high shock resistance, a high modulus of specific elasticity, high heat resistance and high surface smoothness. **SOLUTION:** The glass has  $\geq 36 \times 10^6$  Nm/kg modulus of specific elasticity G,  $\leq 9$   $\mu$ m surface roughness Ra and  $> 700$  deg.C transition temp. or  $\geq 110$  GPa Young's modulus,  $\leq 9$   $\mu$ m surface roughness Ra and  $> 700$  deg.C transition temp. It may have a compsn. contg., by mol, 25-52% SiO<sub>2</sub>, 5-35% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15-45% MgO, 0-17% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0-25% TiO<sub>2</sub>, 0-8% ZrO<sub>2</sub>, 1-30% CaO (5%  $\leq$  Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> + ZrO<sub>2</sub> + CaO  $\leq$  30%) and 0-5% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as glass forming oxides. The glass is useful as glass for the substrate of a magnetic disk.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-116267

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 0 3 C 3/087

C 0 3 C 3/087

3/062

3/062

3/095

3/095

3/097

3/097

G 1 1 B 5/62

G 1 1 B 5/62

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-239823

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月4日

(31) 優先権主張番号 特願平8-233933

(32) 優先日 平8(1996) 9月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-217622

(32) 優先日 平9(1997) 8月12日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 郷 学禄

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(72) 発明者 虎溪 久良

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 塩澤 寿夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高い比弾性率を有するガラス

(57) 【要約】

【課題】 高強度及び高耐衝撃性、高比弾性率、高耐熱性、高表面平滑性を満たす新たなガラス材料を提供すること。

【解決手段】 比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であり、表面粗さ(Ra)を9 Å以下とすることができ、転移点温度が700℃より高い基板用ガラス。ヤング率が110 GPa以上であり、表面粗さ(Ra)を9 Å以下とすることができ、転移点温度が700℃より高い基板用ガラス。例えば、ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、SiO<sub>2</sub>: 25-52%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 5-35%、MgO: 15-45%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0-17%、TiO<sub>2</sub>: 0-25%、ZrO<sub>2</sub>: 0-8 %、CaO: 1-30 %、但し、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub>+ZrO<sub>2</sub>+CaO: 5-30%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0-5 %である組成を有する。磁気ディスクの基板用ガラスとして有用。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 比弾性率  $G$  が  $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$  以上であることを特徴とする基板用ガラス。

【請求項 2】 表面粗さ ( $R_a$ ) を  $9 \text{Å}$  以下とすることができる請求項 1 に記載のガラス。

【請求項 3】 転移点温度が  $700^\circ\text{C}$  より高い請求項 1 又は 2 に記載のガラス。

【請求項 4】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-52%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 5-35%、 $\text{MgO}$ : 15-45%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0-17%、 $\text{TiO}_2$ : 0-25%、 $\text{ZrO}_2$ : 0-8%、 $\text{CaO}$ : 1-30%、但し、 $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{CaO}$ : 5-30%、 $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ : 0-5% である組成を有し、かつ比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 5】  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5% をさらに含有する請求項 4 に記載のガラス。

【請求項 6】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-50%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 10-37%、 $\text{MgO}$ : 5-40%、 $\text{TiO}_2$ : 1-25% である組成を有し、比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 7】  $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0-17%、 $\text{ZrO}_2$ : 0-8%、 $\text{CaO}$ : 0-25%、 $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5% をさらに含む請求項 6 に記載のガラス。

【請求項 8】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-50%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 20-40%、 $\text{CaO}$ : 8-30%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 2-15% である組成を有し、比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 9】  $\text{MgO}$ : 0-20%、 $\text{TiO}_2$ : 0-25%、 $\text{Li}_2\text{O}$ : 0-12%、 $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5% をさらに含む請求項 8 に記載のガラス。

【請求項 10】 ヤング率が  $110 \text{GPa}$  以上である請求項 1-9 のいずれか 1 項に記載のガラス。

【請求項 11】 ヤング率が  $110 \text{GPa}$  以上であることを特徴とする基板用ガラス。

【請求項 12】 表面粗さ ( $R_a$ ) を  $9 \text{Å}$  以下とすることができる請求項 11 に記載のガラス。

【請求項 13】 転移点温度が  $700^\circ\text{C}$  より高い請求項 11 又は 12 に記載のガラス。

【請求項 14】 ガラスを構成する酸化物としてモル%表示で、 $\text{SiO}_2$ : 30-60%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0-35%、 $\text{MgO}$ : 0-40%、 $\text{Li}_2\text{O}$ : 0-20%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{La}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{CeO}_2$ : 0-27%、 $\text{Pr}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Sm}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Eu}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Tb}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Ho}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Tm}_2\text{O}_3$ : 0-27%、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ : 0-27%、但し、 $\text{Y}_2\text{O}_3$

$+ \text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Pr}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Dy}_2\text{O}_3 + \text{Ho}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Tm}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3$ : 1-27%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Pr}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Dy}_2\text{O}_3 + \text{Ho}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Tm}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3 > 25\%$  である組成を有し、かつヤング率が  $110 \text{GPa}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 15】  $\text{TiO}_2$ : 0-20%、 $\text{ZrO}_2$ : 0-8%、但し、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ : 0-20%、 $\text{CaO}$ : 0-15%、 $\text{ZnO}$ : 0-15%、 $\text{NiO}$ : 0-15%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 0-15%、但し、 $\text{CaO} + \text{ZnO} + \text{NiO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ : 0-15% をさらに含む請求項 14 に記載のガラス。

【請求項 16】  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-2%、 $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Ga}_2\text{O}_3 + \text{CoO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{SrO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{MnO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ : 0-8% をさらに含む請求項 14 または 15 に記載のガラス。

【請求項 17】 比弾性率  $G$  が  $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$  以上である請求項 14-16 のいずれか 1 項に記載のガラス。

【請求項 18】  $\text{Ti}$ 、 $\text{V}$ 、 $\text{Cr}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Ga}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Pm}$ 、 $\text{Sm}$ 、 $\text{Eu}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Dy}$ 、 $\text{Ho}$ 、 $\text{Er}$ 、 $\text{Tm}$ 、 $\text{Yb}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{Ta}$  及び  $\text{W}$  からなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上の金属の酸化物を 3-30 モル% 含むことを特徴とする情報記録媒体用ガラス。

【請求項 19】 ヤング率が  $90 \text{GPa}$  以上である請求項 18 に記載のガラス。

【請求項 20】 磁気ディスクの基板用ガラスである請求項 1-19 のいずれか 1 項に記載のガラス。

【請求項 21】 請求項 20 に記載のガラスからなる基板上に、少なくとも磁性層を有することを特徴とする磁気ディスク。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の属する技術分野】

【0001】 本発明は、磁気ディスク、光ディスク等の情報記録媒体用基板や次世代  $\text{LCD}$  として期待される低温多結晶シリコン液晶表示装置用耐熱性基板、或いは電気、電子部品用の基板等に好適に用いられるガラスに関する。特に、高い比弾性率及び／又はヤング率と、高い耐熱性とを有し、かつ基板とした場合に高い表面平滑性を有する情報記録媒体用基板等に好適なガラスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 コンピューターなどの磁気記憶装置の主要構成要素は、磁気記録媒体と磁気記録再生用の磁気ヘッドである。磁気記録媒体としてはフレキシブルディスクとハードディスクとが知られている。このうちハードディスク（磁気ディスク）用の基板材料としては、例えば、アルミニウム基板、ガラス基板、セラミック基板、カーボン基板等がある。しかし、実用的には、サイズや用途に応じて、主に、アルミニウム基板とガラス基板と

が使用されている。最近、ノートパソコン用ハードディスクドライブの小型化や磁気記録の高密度化にともなう磁気ヘッドの浮上量が顕著に減少してきている。これに伴い、磁気ディスク基板の表面平滑性について、きわめて高い精度が要求されてきている。しかし、アルミニウム合金の場合には、硬度が低いことから高精度の研磨材及び工作機器を使用して研磨加工を行っても、この研磨面が塑性変形するので、ある程度以上の高精度の平坦面を製造することは困難である。たとえアルミニウム合金の表面にニッケル・リンめっきを施しても、表面粗さRaを20オングストローム以下にすることはできない。さらに、ハードディスクドライブの小型化・薄型化が進展するにつれて、磁気ディスク用基板の厚みを小さくすることも強く要求されている。しかし、アルミニウム合金は、強度、剛性が低いので、ハードディスクドライブの仕様から要求される所定の強度を保持しつつ、ディスクを薄くすることは困難である。

【0003】そこで、高強度、高剛性、高耐衝撃性、高表面平滑性を有する磁気ディスク用ガラス基板が登場してきた。ガラス基板は、表面の平滑性や機械的強度が優れていることから、現在及び将来的な基板としても注目を浴びている。ガラス基板としては、例えば、基板表面をイオン交換法で強化した化学強化ガラス基板、結晶化処理を施した結晶化ガラス基板、及び実質的にアルカリを含まない無アルカリガラス基板などがよく知られている。例えば、化学強化ガラス基板として、特開平1-239036号公報（以下先行技術1という）には、重量%でSiO<sub>2</sub>を60~70%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0.5~14%、R<sub>2</sub>O（ただしRはアルカリ金属）を10~32%、ZnOを1~15%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を1.1~14%含むガラスをイオン交換することにより強化した磁気記録媒体用ガラス基板が開示されている。

【0004】結晶化ガラスとして、特開平7-187711号公報（以下先行技術2という）に、重量%で、SiO<sub>2</sub>を50~65%、CaOを18~25%、Na<sub>2</sub>Oを6~11%、K<sub>2</sub>Oを6~12%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0~2.5%、Fを5~9%含み、主結晶としてカナサイトを含む磁気記録媒体用ガラス基板が開示されている。さらに、米国特許5,391,522号公報（以下先行技術3という）には、SiO<sub>2</sub>を65~83%、Li<sub>2</sub>Oを8~13%、K<sub>2</sub>Oを0~7%、MgOを0.5~5.5%、ZnOを0~5%、PbOを0~5%、（但し、MgO + ZnO + PbOを0.5~5%）、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を1~4%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0~7%、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0~2%含み、主結晶として微細なLi<sub>2</sub>O・2SiO<sub>2</sub>結晶粒子を含む磁気ディスク結晶化用ガラス基板が開示されている。無アルカリガラス基板として、特開平8-169724号公報（以下先行技術4という）に、重量%で、SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を35~55%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0~10%、CaO + BaOを40~60%、ただしCaO ≥ 5%、ZnO + SrO + MgOを0~10%、TiO<sub>2</sub>を0~5%、ZrO<sub>2</sub>を0~5%、

As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および／またはSb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を0~1%を含有する組成の磁気ディスク用ガラス基板が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近のHDD（Hard disk driver）は、パソコンの高性能化に対応して記録容量を高めることが要求されており、さらに、パソコンの小型化と高性能化に対応してディスク基板の小型化、薄型化、磁気ヘッドの低浮上化及びディスクの回転の高速化が提言されている。将来の直径2.5インチのディスク基板の厚さは、現在の0.631mmから0.43mm、さらには0.381mmへと薄くなることが予想されている。また、最近ではサーバー用3.5インチハードディスク記録の高密度化、データ処理の高速化によって基板材料の剛性度に対する要求が一層厳しくなっており、従来のアルミ基板の限界が見え始めている。今後、ハードディスクの高容量化及び小型化はさらに進められると予想される。そこで、磁気記録媒体用基板材料に対しては、薄型化、高強度化、高表面平坦性、高耐衝撃性などがさらに強く要求される。

【0006】ところが、ディスク基板は薄くなればなるほど、たわみや反りが生じやすくなる。一方、記録の高密度化に伴って、磁気ヘッドの低浮上化及び磁気ディスクの高速回転化が進む一方であり、上記のような基板のたわみや反りは、磁気ディスクの破損の原因となる。ところが、現在、ハードディスクに使用されているガラスからなる基板を現在より薄くした場合、上記たわみや反りによる問題が顕在化し、薄型化に対応できない。ディスク基板がどの程度のたわみや反り生じるかは、基板材料の比弾性率（＝ヤング率／比重）又は、ヤング率から評価できる。薄型化した場合でも基板のたわみや反りを問題が生じない程度に抑えるためには、比弾性率がより高い材料が必要となる。また、基板を高速回転した場合に基板にたわみの問題が生じない程度に抑えるためには、ヤング率がより高い材料が必要となる。

【0007】このことは、次のような事実に基づき説明することができる。即ち最近、HDDの小型化、高容量化、高速化に伴って、将来の磁気記録媒体用基板の厚みは、現在3.5インチの0.8mmから0.635mmへと、2.5インチの0.635mmから0.43mmさらに0.38mmへと薄くなると予測されている。また、基板の回転速度も現在の最高速度の7200rpmから10000rpmさらに14000rpmへと高速回転化すると予測されている。このような磁気記録媒体用基板は薄くなればなるほど、基板のたわみやうねりや反りが生じしなくなり、また高速回転すればするほど基板の受ける応力（回転によって生じる風圧に基づくディスクに働く力）が大きくなることが予想できる。力学の理論に基づけば、単位面積当たりPの荷重を受けている円板のたわみWは以下の式で表される。

【0008】

【式1】

$$W \propto \frac{Pa^4}{h^3 E}$$

但し、 $a$ は円板の外円径、 $h$ は基板の厚み、 $E$ は円板材料のヤング率である。静止状態においては、円板に加わる力は重力のみであり、たわみ $W$ は、円板材料の比重を $d$ とすると、以下の式で表される。

【0009】

【式2】

$$W \propto \frac{hda^4}{h^3 E} = \frac{da^4}{h^2 E} = \frac{a^4}{h^2 G}$$

ここで $G$ は円板材料の比弾性率（＝ヤング率／比重）である。一方、円板の回転状態においては、重力成分は遠心力成分をバランスして無視できると考えた場合、円板に加わる力は回転に基づく風圧としてよい。風圧は円板回転速度の関数であり、一般的にその2乗に比例するとされている。従って、円板が高速回転するときのたわみ $W$ は、以下の式で表される。

【0010】

【式3】

$$W \propto \frac{(rpm)^2 a^4}{h^3 E}$$

従って、高速回転化基板のたわみを押さえるためにはヤング率 $E$ の高い基板材料が必要となる。本発明者らの計算によると2.5インチ基板の厚みを0.635mmから0.43mmに、3.5インチ基板の厚みを0.8mmから0.635mmに薄くすると、従来の材料より比弾性率が大きい基板材料が必要とされる。また、3.5インチハイエンド基板の回転速度を現在の7200rpmから将来の10000rpmに高速化すれば、70GPa程度のヤング率をもつアルミ基板で対応できなくなり、より高いヤング率を有する新しい基板材料が必要となる。基板材料の比弾性率またはヤング率が高ければ高いほど基板の剛性度が高くなるだけでなく、基板の耐衝撃性も強度もともに大きくなるので、高い比弾性率及び大きなヤング率を持つガラス材料がHDDの市場から強く要求されている。

【0011】また、高記録密度化のため、比弾性率やヤング率以外にも磁気記録媒体用ガラス基板に要求される物性がある。1つは高い耐熱性であり、1つは高い表面平滑性である。磁気記録媒体の記録密度を高めるために、磁性層（磁気記録層）の保磁力等の磁気特性を高める必要がある。磁性層の保磁力は、使用する磁性材料によっても変化するが、同一の材料であっても、熱処理をすることでも高めることができる。そのため、新たな磁性材料の開発とは別に、現有の材料を用いてより高い保

磁力を得る目的で、基板上に形成した磁性層をより高い温度で熱処理することが望まれる。また、磁気ヘッドを低浮上化させることにより高記録密度化が可能である。そのため、今後、磁気ヘッドの低浮上化がさらに進められる。磁気ヘッドの低浮上化を可能にするためには、ディスク表面の平滑性が高いことが必要となるが、そのためには、基板の表面平滑性が必要である。

【0012】しかしながら、先行技術1に開示されている化学強化ガラスは、ガラス転移点が500℃前後である。それに対して、磁性層の保磁力等の磁気特性の向上のためには、500℃より、さらに高い温度での熱処理が有効である。従って、先行技術1に記載の化学強化ガラスではガラス自体の耐熱性が不十分である。また、化学強化ガラスは、一般にガラスの表面にアルカリ金属イオンのイオン交換層を設けたものである。ところが、化学強化ガラスの表面に磁性層を形成し、熱処理を施すと、イオン交換層中のイオンが磁性層に移動して悪い影響を与えるという問題もある。アルカリ金属イオンの磁性層への移動は温度が高くなる程活発になる。このようなアルカリ金属イオンの移動を抑制するためには、さらに低い温度での熱処理が好ましい。化学強化ガラス基板を用いて、高い温度での熱処理による磁気特性の向上は難しく、高保磁力を有する磁気記録媒体を得ることが困難である。上記化学強化ガラスは、比弾性率が約30×10<sup>6</sup>Nm/kg程度であり、ヤング率は約80GPa程度で、剛性度も低いので、3.5インチのハイエンドディスク基板や薄型化ディスク基板に対応できないという欠点がある。また、化学強化ガラス基板は、表裏両面に応力層が形成されているが、この応力層が均一かつ同等の応力を与えられていないと反りを生じ、磁気ヘッドの低浮上化と高速回転化に対応することは難しい。

【0013】先行技術2や3に開示されているような従来の結晶化ガラスは、転移を起こさないために耐熱性は優れている。しかし、磁気記録媒体用ガラス基板は、高記録密度になればそれだけ、表面の平滑性が要求される。これは、磁気記録媒体の高密度記録化のために磁気ヘッドの低浮上化が必要だからである。しかるに、結晶化ガラスは、多数の微細粒子を含有することから、表面粗さ（Ra）を10オングストローム以下の基板を得ることは困難である。その結果、表面の平坦性が乏しく、磁気ディスクの表面形状が悪化する。また、磁気ヘッドの磁気ディスクへの吸着を防止する目的で、例えば基板上に形成する凹凸制御層を形成等を行う。しかし、結晶化ガラスを用いた基板では、凹凸制御層の表面モロロジーの制御が困難であるという問題もある。

【0014】先行技術4に記載の無アルカリガラスは、最高で730℃と高い転移温度を有するものである。しかし、ガラスの比弾性率は27～34×10<sup>6</sup>Nm/kg程度であり、ヤング率も70～90GPa程度であるので、磁気ディスク基板の薄型化にとっても対応できない。

【0015】尚、耐熱性が優れた基板としては、例えば特開平 3—2 7 3 5 2 5 号公報（以下先行技術 5 という）に開示されているような磁気記録媒体用のカーボン基板がある。しかしカーボン基板は、比弾性率が  $15 \sim 19 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  程度と低く、ガラスよりも機械的強度が劣り、磁気ディスクの小型化が進むにあたり要求されている基板の薄板化に対応することが困難である。また、カーボン基板は表面欠陥が多く、高記録密度化が困難である。

【0016】このように、現在のところ、高い比弾性率又はヤング率を持ち、高い耐熱性及び優れた表面平滑性（表面粗さく 5 オングストローム）を有し、かつ安価に大量製造できる酸化ガラスは市場ではまだ見当たらない。これまで市販の高ヤング率酸化ガラスとしてよく知られている  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$  系ガラスでもヤング率は、せいぜい 80—90 GPa 程度である。従って、本発明者らは  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上の比弾性率  $G$  を有し、または 110 GPa 以上のヤング率をもつガラス材料の提供を目的とし、本発明者ら自ら提案した理論計算に基づいて新規ガラス組成の設計を行い、種々の試験研究を重ねた。その結果、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、希土類金属酸化物などのガラスのヤング率の向上に大きく寄与する成分を多量に導入することによって今までにない高いヤング率を持ち、優れた表面平滑性、高い耐熱性を有し、かつ安価に大量生産できるガラスを見い出して本発明を完成した。

【0017】即ち、本発明は、将来の情報記録媒体用基板の小型化、薄型化、高記録密度化に伴って必要となる高強度及び高耐衝撃性、高比弾性率、高耐熱性、高表面平滑性を満たす新たなガラス材料を提供することを目的とする。より具体的には、本発明の目的は、比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上であり、ガラス転移温度が  $700^\circ\text{C}$  以上であり、かつ微結晶粒子を含まず高い表面平滑性（表面粗さ  $R_a$  が 9 オングストローム以下）を示すガラス基板を提供することにある。さらに本発明の目的は、ヤング率が 110 GPa 以上であり、かつ微結晶粒子を含まず高い表面平滑性（表面粗さ  $R_a$  が 9 オングストローム以下）を示すガラス基板を提供することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、以下のとおりである。

【請求項 1】 比弾性率  $G$  が  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上であることを特徴とする基板用ガラス。

【請求項 2】 表面粗さ ( $R_a$ ) を 9 オングストローム以下とすることができる請求項 1 に記載のガラス。

【請求項 3】 転移点温度が  $700^\circ\text{C}$  より高い請求項 1 又は 2 に記載のガラス。

【請求項 4】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-52%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 5-35%、 $\text{MgO}$ : 15-45%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0-17%、 $\text{TiO}_2$ : 0-25%、 $\text{ZrO}_2$ : 0-8%、 $\text{CaO}$ : 1-30 %、但し、 $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{CaO}$ : 5-30%、 $\text{B}_2\text{O}_3$

+  $\text{P}_2\text{O}_5$ : 0-5 % である組成を有し、かつ比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 5】  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5 % をさらに含有する請求項 4 に記載のガラス。

【請求項 6】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-50%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 10-37%、 $\text{MgO}$ : 5-40 %、 $\text{TiO}_2$ : 1-25% である組成を有し、比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 7】  $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0-17%、 $\text{ZrO}_2$ : 0-8 %、 $\text{CaO}$ : 0-25 %、 $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5 % をさらに含む請求項 6 に記載のガラス。

【請求項 8】 ガラスを構成する酸化物として、モル%で表示して、 $\text{SiO}_2$ : 25-50%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 20-40%、 $\text{CaO}$ : 8-30 %、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 2-15% である組成を有し、比弾性率が  $36 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$  以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 9】  $\text{MgO}$ : 0-20 %、 $\text{TiO}_2$ : 0-25%、 $\text{Li}_2\text{O}$ : 0-12%、 $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0-3%、及び  $\text{ZnO} + \text{SrO} + \text{NiO} + \text{CoO} + \text{FeO} + \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5$ : 0-5 % をさらに含む請求項 8 に記載のガラス。

【請求項 10】 ヤング率が 110 GPa 以上である請求項 1~9 のいずれか 1 項に記載のガラス。

【請求項 11】 ヤング率が 110 GPa 以上であることを特徴とする基板用ガラス。

【請求項 12】 表面粗さ ( $R_a$ ) を 9 Å 以下とすることができる請求項 11 に記載のガラス。

【請求項 13】 転移点温度が  $700^\circ\text{C}$  より高い請求項 11 又は 12 に記載のガラス。

【請求項 14】 ガラスを構成する酸化物としてモル%表示で、 $\text{SiO}_2$ : 30—60%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 0—35%、 $\text{MgO}$ : 0—40%、 $\text{Li}_2\text{O}$ : 0—20%、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{La}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{CeO}_2$ : 0—27%、 $\text{Pr}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Sm}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Eu}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Tb}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Dy}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Ho}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Tm}_2\text{O}_3$ : 0—27%、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ : 0—27%、但し、 $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Pr}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Dy}_2\text{O}_3 + \text{Ho}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Tm}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3$ : 1—27%、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Pr}_2\text{O}_3 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Dy}_2\text{O}_3 + \text{Ho}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3 + \text{Tm}_2\text{O}_3 + \text{Yb}_2\text{O}_3 > 25\%$  である組成を有し、かつヤング率が 110 GPa 以上であることを特徴とするガラス。

【請求項 15】  $\text{TiO}_2$ : 0—20%、 $\text{ZrO}_2$ : 0—8%、但し、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ : 0—20%、 $\text{CaO}$ : 0—15%、 $\text{ZnO}$ : 0—15%、 $\text{NiO}$ : 0—15%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 0—15%、但し、 $\text{CaO} + \text{ZnO} + \text{NiO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ : 0—15%、をさらに含む請求項 14 に記載のガラス。

【請求項 16】  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_3$ : 0—2%、 $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Ga}_2\text{O}_3 + \text{CoO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{SrO} + \text{FeO} + \text{CuO} +$

MnO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O: 0-8%をさらに含む請求項14または15に記載のガラス。

【請求項17】 比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上である請求項14~16のいずれか1項に記載のガラス。

【請求項18】 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Hf、Ta及びWからなる群から選ばれる1種又は2種以上の金属の酸化物を3~30モル%含むことを特徴とする情報記録媒体用ガラス。

【請求項19】 ヤング率が90GPa以上である請求項18記載のガラス。

【請求項20】 磁気ディスクの基板用ガラスである請求項1~19のいずれか1項に記載のガラス。

【請求項21】 請求項20に記載のガラスからなる基板上に、少なくとも磁性層を有することを特徴とする磁気ディスク。

#### 【0019】

【発明の実施の態様】以下、本発明をさらに詳細に説明する。本発明において、ガラスとは、実質的に結晶粒子を含まないガラスであり、結晶粒子を少なくとも20%以上含む結晶化ガラスやガラスセラミックスと呼ばれるものは含まない。

#### 【0020】請求項1~3に記載のガラス

本発明の請求項1に記載のガラスは、比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることを特徴とする基板用ガラスである。比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 未満では基板とした場合にたわみが大きくなり、例えば、次世代の磁気記録媒体ディスクに要求される厚さ0.43mm又はそれ以下の基板としたときに、最大たわみが $1.4 \mu\text{m}$ より大きくなる。その結果、ヘッドの浮上安定性が得られず、記録再生を安定して行うことができないという問題を生じる。さらに、最大たわみが $1.25 \mu\text{m}$ 以下の基板を得るため、比弾性率Gが $37 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上のガラスが好ましい。また、薄型化が進み、厚さが0.381mm又はそれ以下の基板とした場合でも、最大たわみを $1.4 \mu\text{m}$ 以下に抑えられる基板が得られるという観点から、比弾性率が $42 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であるガラスがさらに好ましい。尚、比弾性率は高ければ高い程好ましいが、実用的には、約 $45 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以下である。

【0021】請求項2に記載のガラスは、比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であるに加えて、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることができるガラスである。より高い表面平滑性により、磁気ディスクの高密度化のためのヘッドの低浮上化が可能となり、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることで、従来のものより低浮上化が可能となる。磁気ディスクをさらに高密度化するには、表面粗さ(Ra)を6オングストローム以下とすることができるガラスであることが好ましい。請求項3のガラスは、比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上である

こと、及び/又は表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることに加えて、転移点温度が70℃より高いガラスである。転移点温度が70℃より高いことで、たわみの低減化に加えて、従来の基板より高い耐熱性を有する基板を提供することができ、保磁力等の磁気特性が向上した磁気ディスクを提供することができる。

【0022】請求項1~3に記載の特性を有するガラスの具体例として、請求項4~9に記載のガラスを挙げることができる。これらのガラスは、請求項1~3に記載の特性を満足すべく、イオン半径が小さく、化学結合力が強く、かつガラス構造における充填密度が高い陽イオンからなる酸化物ガラスを用いた構成となっている。

#### 【0023】請求項4及び5に記載のガラス

請求項4に記載のガラス組成は、主に比弾性率を大きくするために構成された組成であり、比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上である。比弾性率Gが $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることで、たわみの小さい基板を得ることができる。例えば、次世代の磁気記録媒体ディスクに要求される厚さ0.43mm又はそれ以下の基板としたときにでも、最大たわみが $1.4 \mu\text{m}$ より小さい基板を得ることができる。その結果、ヘッドの浮上安定性に優れ、記録再生を安定して行うことができる。さらに、最大たわみが $1.25 \mu\text{m}$ 以下の基板を得るため、比弾性率Gが $37 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることが好ましい。また、薄型化が進み、厚さが0.381mm又はそれ以下の基板とした場合でも、最大たわみを $1.4 \mu\text{m}$ 以下に抑えられる基板が得られるという観点から、比弾性率が $42 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であるガラスがさらに好ましい。尚、比弾性率は高ければ高い程好ましいが、実用的には、約 $45 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以下である。

【0024】さらに、請求項4及び5に記載のガラスは、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることができる。より高い表面平滑性により、磁気ディスクの高密度化のためのヘッドの低浮上化が可能となり、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることで、従来のものより低浮上化が可能となる。磁気ディスクをさらに高密度化するには、表面粗さ(Ra)を6オングストローム以下とすることが好ましい。また、請求項4及び5のガラスは、転移点温度が70℃より高いガラスである。転移点温度が70℃より高いことで、たわみの低減化に加えて、従来の基板より高い耐熱性を有する基板を提供することができ、保磁力等の磁気特性が向上した磁気ディスクを提供することができる。

【0025】SiO<sub>2</sub>はガラスの網目構造形成酸化物として働き、ガラス構造の安定化即ち失透に対する結晶化安定性を増す成分である。またSiO<sub>2</sub>はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの中間酸化物とを組み合わせることによってガラスの強度、剛性度などの磁気記録媒体用基板に必要となる機械的物性を高めることができ、ガラスの耐熱性を向上させることもできる。しかし、ガラスの主成分として52%より多くのSiO<sub>2</sub>を導入した酸化物ガラスは、 $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ を超え

る比弾性率をほとんど示さないもので、 $\text{SiO}_2$ の含有量は52以下であることが適当である。一方、 $\text{SiO}_2$ の含有量が25%未満では、ガラスの結晶化安定性が相当悪化し、量産化できるほどの安定なガラスが造れない。そこで、 $\text{SiO}_2$ の下限は25%である。そこで、 $\text{SiO}_2$ の含有量は、25～52%の範囲、好ましくは30～50%の範囲であることが適当である。

【0026】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスに高耐熱性と高耐久性を寄与する成分としても、 $\text{SiO}_2$ と共にガラス構造の安定化及びその剛性度を高める成分としても非常に重要である。特に $\text{Al}_2\text{O}_3$ を $\text{SiO}_2$ と置換してガラスに導入する場合、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスの骨格に入り込み骨格形成成分としてガラスのヤング率や耐熱性を増大する効果が大きい。即ち、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスのヤング率を高めるためにも耐熱性を向上させるためにも欠かせない成分である。しかし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が5%より少ないとガラスのヤング率を十分に向上させることができない。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が35%を超えると、ガラスの比弾性率の向上に寄与する成分である $\text{MgO}$ を多く導入することができなくなり、ガラスの高温溶解性も悪化する。そこで、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量は5～35%の範囲、好ましくは7～32%の範囲であることが適当である。

【0027】 $\text{MgO}$ はガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改善するために導入される成分である。また、ガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。特に $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が20%より少ない場合、ガラスの高比弾性率を維持するために多くの $\text{MgO}$ を導入することが好ましい。しかし、 $\text{MgO}$ の含有量が45%を超えると、量産化できるほどの結晶化安定性をもつガラスが造れない。また、 $\text{MgO}$ の含有量を15%より少なくするとガラスのヤング率が低下してしまう傾向がある。そこで、 $\text{MgO}$ の含有量は15～45%の範囲、好ましくは22～40%の範囲にすることが適当である。

【0028】 $\text{Y}_2\text{O}_3$ はガラスの結晶化安定性を高め、耐熱性及び高温溶解性を改善するために添加される成分である。特に少量の $\text{Y}_2\text{O}_3$ の導入はガラス比弾性率の向上及びガラス均質性の改善に非常に寄与する。しかし、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ をあまりにも多く添加するとガラスのヤング率が大きくなるが、比重も急激に増加するので、逆にガラスの比弾性率を低下させる傾向がある。そこで、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量は17%以下、好ましくは15%以下とすることが適当である。尚、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の明らかな添加効果を得るためには、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量を0.5%以上とすることが好ましい。

【0029】 $\text{TiO}_2$ はガラス骨格形成成分としても修飾成分としても働き、ガラスの高温粘性を低め溶解性を改善し、構造の安定化及びその耐久性を増す。また、 $\text{TiO}_2$ は成分としてガラスに導入すると、ガラスの比重はあまり増加しないのに対し、ガラスのヤング率は大きく向上できる。特に、 $\text{MgO}$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ を多く導入するガラスに対しては、 $\text{TiO}_2$ はガラスの高温溶解性及び結晶化安定性を向

上させ、 $\text{MgO}$ と $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの酸化物との組み合わせによってガラスの比弾性率を高めることが大いに期待できる。但し、 $\text{TiO}_2$ を多く導入し過ぎると、ガラスの分相傾向が強まり、かえってガラスの結晶化安定性及びその均質性を悪化させる傾向がある。そこで、 $\text{TiO}_2$ の含有量は、25%以下、好ましくは20%以下とすることが適当である。尚、 $\text{TiO}_2$ の明らかな添加効果を得るためには、 $\text{TiO}_2$ の含有量を1%以上とすることが好ましい。

【0030】 $\text{CaO}$ は $\text{MgO}$ と共にガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改善するために導入される成分である。また、 $\text{CaO}$ は、 $\text{MgO}$ と同様に、ガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。前述のように、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が20%より少ない場合、ガラスの高比弾性率を維持するために多くの $\text{MgO}$ を導入することが好ましく、この場合の $\text{CaO}$ は主にガラスの高温溶解性、結晶化安定性を改善するために導入される成分となる。しかし、 $\text{CaO}$ の含有量が30%を超えると量産化できるほどの結晶化安定性をもつガラスが造れない。そこで、 $\text{CaO}$ の含有量は30%以下、好ましくは27%以下とすることが適当である。尚、 $\text{CaO}$ の明らかな添加効果を得るためには、 $\text{CaO}$ の含有量を2%以上とすることが好ましい。

【0031】 $\text{ZrO}_2$ は主にガラスの耐熱性及び剛性を高めるために添加される成分である。少量の $\text{ZrO}_2$ を添加する場合はガラス耐熱性を向上させる効果があり、ガラスの失透に対する結晶化安定性も向上する。しかし、 $\text{ZrO}_2$ が8%を超えるとガラスの高温溶解性が著しく悪化し、ガラスの表面平滑性も悪くなり、比重も増加する。そこで、 $\text{ZrO}_2$ の含有量は8%以下、好ましくは6%以下とすることが適当である。尚、 $\text{ZrO}_2$ の明らかな添加効果を得るためには、 $\text{ZrO}_2$ の含有量を0.5%以上とすることが好ましい。

【0032】尚、 $\text{Y}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2+\text{CaO}$ は1～30%の範囲であることが適当である。これらの成分は、ガラスのヤング率の向上及び結晶化安定性の向上に寄与する成分である。これらの成分の合計が1%未満では、ガラスのヤング率が低くなる傾向があり、かつガラスの結晶化安定性も低下する傾向がある。一方、これらの成分は、いずれもガラスの比重を増加させるものであり、多量に導入しすぎるとガラスの比弾性率が小さくなってしまふ。そこで、 $\text{Y}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2+\text{CaO}$ の含有量は、1～30%の範囲、好ましくは5.5～27%の範囲であることが適当である。

【0033】 $\text{P}_2\text{O}_5$ 及び $\text{B}_2\text{O}_3$ はいずれもガラスの高温溶解性を調整するために添加される成分である。例えば、少量の $\text{P}_2\text{O}_5$ 又は $\text{B}_2\text{O}_3$ をガラスに導入するとガラスの比弾性率が大きな変化がないのに対し、ガラスの高温粘性がかなり低くなるのでガラスの溶解を容易にする効果が大きい。 $\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5$ の合計は、ガラスの溶解性の改善とガラスの結晶化安定性及び物理的特性の調整という観点か

ら、5 %以下、好ましくは3.5 %以下であることが適当である。尚、 $B_2O_3$ 及び $P_2O_5$ の明らかな添加効果を得るためには、その合計含有量を0.5 %以上とすることが好ましい。

【0034】 $As_2O_3$ と $Sb_2O_3$ はガラスの均質化を図るために脱泡剤として添加させる成分である。各ガラスの高温粘性に応じて適量量の $As_2O_3$ や $Sb_2O_3$ 或いは $As_2O_3$ + $Sb_2O_3$ をガラスに添加するとより均質なガラスが得られる。しかし、脱泡剤の添加量を多すぎると、ガラスの比重が上昇して比弾性率を低下させる傾向があり、また溶解用白金をつぼと反応してつぼにダメージを与える傾向もある。そこで、その添加量は3 %以下、好ましくは2 %以下とすることが適当である。尚、これら脱泡剤の明らかな添加効果を得るためには、その含有量を0.2 %以上とすることが好ましい。

【0035】さらに、 $V_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $SrO$ 、 $NiO$ 、 $CoO$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $CuO$ 等その他の成分はいずれもガラスの高温溶解性や物理的な物性を調整するときには添加される成分である。例えば、少量の $V_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $CuO$ 、 $CoO$ などの着色剤をガラスに添加すると、ガラスに赤外線吸収特性を持たせ、加熱ランプ照射による磁性膜の加熱処理を効果的に行うことができる。 $ZnO+SrO+NiO+CoO+FeO+CuO+Fe_2O_3+Cr_2O_3+B_2O_3+P_2O_5+V_2O_5$ の合計は、ガラスの溶解性の改善とガラスの結晶化安定性及び物理的特性の調整という観点から、5 %以下、好ましくは4 %以下であることが適当である。

【0036】以上の成分の他に原料中の不純物、例えば $Fe_2O_3$ など及びガラスの滑溜剤となる $Cl$ 、 $F$ 、 $SO_3$ 等はそれぞれ1 %までなら含有しても、本発明のガラスの目的とする物性を実質的に損なうことはない。尚、このガラスは実質的にアルカリ成分を含まない無アルカリガラスであるため、このガラスからなる基板上に薄膜を形成した場合、アルカリ成分が基板上の薄膜に拡散して悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0037】請求項6及び7に記載のガラス

請求項6及び7に記載のガラス組成は、主に比弾性率を大きくするために構成された組成であり、比弾性率 $G$ が $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上である。比弾性率 $G$ が $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることで、たわみの小さい基板を得ることができる。例えば、次世代の磁気記録媒体ディスクに要求される厚さ0.43mm又はそれ以下の基板としたときにも、最大たわみが $1.4 \mu\text{m}$ より小さい基板を得ることができる。その結果、ヘッドの浮上安定性に優れ、記録再生を安定して行うことができる。さらに、最大たわみが $1.25 \mu\text{m}$ 以下の基板を得るため、比弾性率 $G$ が $37 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることが好ましい。また、薄型化が進み、厚さが0.381mm又はそれ以下の基板とした場合でも、最大たわみを $1.4 \mu\text{m}$ 以下に抑えられる基板が得られるという観点から、比弾性率が $42 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であるガラスがさらに好ましい。尚、比弾性率は高ければ高い程好まし

いが、実用的には、約 $45 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以下である。

【0038】さらに、請求項6及び7に記載のガラスは、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることができる。より高い表面平滑性により、磁気ディスクの高密度化のためのヘッドの低浮上化が可能となり、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることで、従来のものより低浮上化が可能となる。磁気ディスクをさらに高密度化するには、表面粗さ(Ra)を6オングストローム以下とすることが好ましい。また、請求項6及び7のガラスは、転移点温度が $700^\circ\text{C}$ より高いガラスである。転移点温度が $700^\circ\text{C}$ より高いことで、たわみの低減化に加えて、従来の基板より高い耐熱性を有する基板を提供することができ、保磁力等の磁気特性が向上した磁気ディスクを提供することができる。

【0039】 $SiO_2$ はガラスの網目構造形成酸化物として働き、ガラス構造の安定化即ち失透に対する結晶化安定性を増す成分である。また $SiO_2$ は、 $Al_2O_3$ などの中間酸化物とを組み合わせることによってガラスの強度、剛性度などの磁気記録媒体用基板に必要な機械的物性を高めることができ、ガラスの耐熱性を向上させることもできる。しかし、ガラスの主成分として50 %を超える量の $SiO_2$ を含むガラスには、ガラスの耐衝撃性や機械強度の向上に寄与する成分である $Al_2O_3$ を多く導入することができない。そこで、より大きな比弾性率を有するガラスを得るという観点から含有量の上限は50 %とすることが適当である。一方、 $SiO_2$ の含有量が25 %未満となると、ガラスの結晶化安定性が相当悪化し、量産化できるほどの安定なガラスが造れない。そこで、 $SiO_2$ の下限は25 %とすることが適当である。 $SiO_2$ の含有量は25 ~ 50 %の範囲、好ましくは30 ~ 49 %の範囲であることが適当である。

【0040】 $Al_2O_3$ はガラスに高耐熱性と高耐久性を寄与する成分としても、 $SiO_2$ と共にガラス構造の安定化及びその剛性度を高める成分としても非常に重要である。特に $Al_2O_3$ を $SiO_2$ と置換してガラスに導入する場合、 $Al_2O_3$ はガラスの骨格に入り込み骨格形成成分としてガラスのヤング率や耐熱性を増大する効果大きい。即ち、 $Al_2O_3$ はガラスのヤング率を高めるためにも耐熱性を向上させるためにも欠かせない成分である。しかし、ガラスの曲げ強度や耐衝撃性を一層増大させるために $MgO$ の含有量を25 %以下とする場合、 $Al_2O_3$ の含有量を10 %より少なくするとガラスのヤング率を十分に向上させられず、所望の比弾性率を得られない。また、 $Al_2O_3$ 含有量が37 %を超えるとガラスの高温溶融性が悪化し、均質なガラスが造れない上にガラスの結晶化安定性も低下する。そこで、 $Al_2O_3$ の含有量の上限は37 %とすることが適当である。 $Al_2O_3$ の含有量は10 ~ 37 %の範囲、好ましくは11 ~ 35 %の範囲とすることが適当である。

【0041】 $MgO$ はガラスの剛性及び強度を向上させ、

高温溶解性を改良するために導入される成分である。MgO はガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。特にガラスのヤング率の向上に大きく寄与する成分としての $Al_2O_3$ が多く導入された場合、ガラス構造の安定化を向上させるためにも、高温粘性を低めて溶解を容易にするためにもMgOは好ましい成分である。しかし、MgOの含有量が40%を超えると、ガラスの耐衝撃性と強度を高めるために多量の $Al_2O_3$ を導入する組成物では量産化できるほどの結晶化安定性をもつガラスが造れない。一方、MgOの含有量が5%未満では、十分な安定性を有し、かつ高い比弾性率をもつガラスが造れない。従って、MgOの含有量は5～40%の範囲に、好ましくは7～35%の範囲とすることが適当である。

【0042】 $TiO_2$ はガラス骨格形成成分としても修飾成分としても働き、ガラスの高温粘性を低め熔融性を改善し、構造の安定化及びその耐久性を増す成分である。また、 $TiO_2$ は成分としてガラスに導入すると、ガラスの比重はあまり増加しないのに対し、ガラスのヤング率は大きく向上できる。特に $Al_2O_3$ を多く導入するガラスに対しては、 $TiO_2$ はガラスの高温溶解性及び結晶化安定性を向上させ、 $Al_2O_3$ との組み合わせによってガラスの比弾性率を高めることが大いに期待できる。但し、 $TiO_2$ の含有量が25%を超えるとガラスの分相傾向が強まり、かえってガラスの結晶化安定性及びその均質性を悪化させる傾向がある。また、1%以上の $TiO_2$ の添加により、ガラスの高温溶解性が大きく改善される。そこで、 $TiO_2$ の含有量は、1～25%の範囲、好ましくは2～20%の範囲とすることが適当である。

【0043】 $Y_2O_3$ はガラスのヤング率を向上させ、結晶化安定性を高め、耐久性及び高温熔融性を改善する成分である。特にガラスの曲げ強度や耐衝撃性を高めるために多くの $Al_2O_3$ をガラスに導入する場合には、 $Al_2O_3$ の助熔剤としての $Y_2O_3$ の効果が優れている。例えば25%以上の $Al_2O_3$ をガラスに導入する場合、 $Y_2O_3$ を添加することで均質なガラスを作製することができる。但し、 $Y_2O_3$ は比較的が高価なので、添加量は少量である方がコストの点からは好ましい。また、適当量の $Y_2O_3$ の添加は、ガラス比弾性率の向上に大きく寄与するが、 $Y_2O_3$ の含有量が17%を超えると、ガラスのヤング率の増加に比べて比重の増加が勝り、ガラスの比弾性率の向上に寄与しなくなる。そこで、 $Y_2O_3$ の含有量は、 $Al_2O_3$ の導入量に応じて0～17%の範囲、好ましくは1～15%の範囲とすることが適当である。

【0044】CaOはMgOと共にガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改良することができる成分である。ガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。ガラスのヤング率の向上に大きく寄与する成分としての $Al_2O_3$ が多く導入された場合、ガラス構造の安定化を向上させるためにも、高温粘性を低めて溶

解を容易にするためにもCaOの添加は好ましい。CaOの含有量が25%を超えると、ガラスの耐衝撃性と強度を高めるために多量の $Al_2O_3$ を導入した組成物では量産化できるほどの結晶化安定性をもつガラスが造れない。そこで、CaOの含有量の上限は25%であることが適当である。尚、CaOの明らかな添加効果を得るためには、その含有量を2%以上とすることが好ましい。

【0045】 $ZrO_2$ は主にガラスの耐久性及び剛性を高めるために添加される成分である。少量の $ZrO_2$ を添加する場合はガラス耐熱性を向上させる効果があり、ガラスの失透に対する結晶化安定性も向上する。しかし、 $ZrO_2$ の含有量が8%を超えるとガラスの高温溶解性が著しく悪化し、ガラスの表面平滑性も悪くなり、比重も増加する。そこで、 $ZrO_2$ の含有量は8%以下、好ましくは6%以下とすることが適当である。尚、 $ZrO_2$ の明らかな添加効果を得るためには、 $ZrO_2$ の含有量を0.5%以上とすることが好ましい。

【0046】 $As_2O_3$ と $Sb_2O_3$ はガラスの均質化を図るために脱泡剤として添加する成分である。各ガラスの高温粘性に応じて適量量の $As_2O_3$ や $Sb_2O_3$ 或いは $As_2O_3 + Sb_2O_3$ をガラスに添加するとより均質なガラスが得られる。しかし、これら脱泡剤の添加量が多すぎると、ガラスの比重が上昇して比弾性率を低下させる傾向があり、また溶解用白金のつぼと反応してつぼにダメージを与える傾向もある。そこで、その添加量は3%以下、好ましくは2%以下とすることが適当である。尚、これら脱泡剤の明らかな添加効果を得るためには、その含有量を0.2%以上とすることが好ましい。

【0047】 $P_2O_5$ 、 $V_2O_5$ 、 $B_2O_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $SrO$ 、 $NiO$ 、 $CoO$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $CuO$ 等その他の成分はいずれもガラスの高温溶解性とか物理的な物性を調整するときに添加することができる。例えば、少量の $P_2O_5$ をガラスに導入するとガラスの比弾性率が大きく変化しないのに対し、ガラスの高温粘性がかなり低くなるのでガラスの溶解を容易にする効果が大きい。また、少量の $V_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $CuO$ 、 $CoO$ などの着色剤をガラスに添加する場合、ガラスに赤外線吸収特性を持たせ、加熱ランプ照射による磁性膜の加熱処理を効果的に行うことができる。 $ZnO + SrO + NiO + CoO + FeO + CuO + Fe_2O_3 + Cr_2O_3 + B_2O_3 + P_2O_5 + V_2O_5$ の合計は、ガラスの高温溶解性の改善とガラスの機械的・熱的物性の調整という観点から、5%以下であることが適当である。

【0048】以上の成分の他に原料中の不純物、例えば $Fe_2O_3$ など及びガラスの清澄剤となるCl、F、 $SO_3$ 等はそれぞれ1%までなら含有しても、本発明のガラスの目的とする物性を実質的に損なうことはない。また、 $Li_2O$ を含有させた場合は、ガラスの強度を高めるためにイオン交換による化学強化処理を行うことが可能である。一方、 $Li_2O$ を含有しない無アルカリガラスの場合には、このガラスからなる基板上に薄膜を形成した場合、アルカ

り成分が基板上の薄膜に拡散して悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0049】請求項8及び9に記載のガラス

請求項8及び9に記載のガラス組成は、主に比弾性率を大きくするために構成された組成であり、比弾性率 $G$ が $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上である。比弾性率 $G$ が $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることで、たわみの小さい基板を得ることができる。例えば、次世代の磁気記録媒体ディスクに要求される厚さ $0.43 \text{mm}$ 又はそれ以下の基板としたときにも、最大たわみが $1.4 \mu\text{m}$ より小さい基板を得ることができる。その結果、ヘッドの浮上安定性に優れ、記録再生を安定して行うことができる。さらに、最大たわみが $1.25 \mu\text{m}$ 以下の基板を得るため、比弾性率 $G$ が $37 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であることが好ましい。また、薄型化が進み、厚さが $0.381 \text{mm}$ 又はそれ以下の基板とした場合でも、最大たわみを $1.4 \mu\text{m}$ 以下に抑えられる基板が得られるという観点から、比弾性率が $42 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以上であるガラスがさらに好ましい。尚、比弾性率は高ければ高い程好ましいが、実用的には、約 $45 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ 以下である。

【0050】さらに、請求項8及び9に記載のガラスは、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることができる。より高い表面平滑性により、磁気ディスクの高密度化のためのヘッドの低浮上化が可能となり、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることで、従来のものより低浮上化が可能となる。磁気ディスクをさらに高密度化するには、表面粗さ(Ra)を6オングストローム以下とすることが好ましい。また、請求項8及び9のガラスは、転移点温度が $700^\circ\text{C}$ より高いガラスである。転移点温度が $700^\circ\text{C}$ より高いことで、たわみの低減化に加えて、従来の基板より高い耐熱性を有する基板を提供することができ、保磁力等の磁気特性が向上した磁気ディスクを提供することができる。

【0051】 $\text{SiO}_2$ はガラスの網目構造形成酸化物として働き、ガラス構造の安定化即ち失透に対する結晶化安定性を増す成分である。また $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの中間酸化物とを組み合わせることによってガラスの強度、剛性度などの磁気記録媒体用基板に必要な機械的物性を高めることができ、ガラスの耐熱性を向上させることもできる。しかし、しかし、ガラスの主成分として50%を超える $\text{SiO}_2$ を導入した $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系酸化物ガラスは、 $36 \times 10^6 \text{Nm/kg}$ を超える比弾性率をほとんど示さないもので、 $\text{SiO}_2$ の含有量は50%以下であることが適当である。一方、 $\text{SiO}_2$ の含有量が25%以下になる場合、ガラスの結晶化安定性が相当悪化し、量産化できるほどの安定なガラスが造れない。そこで、 $\text{SiO}_2$ の下限は25%である。そこで、 $\text{SiO}_2$ の含有量は、25～50%の範囲、好ましくは30～50%の範囲であることが適当である。

【0052】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスに高耐熱性と高耐久性を寄与する成分としても、 $\text{SiO}_2$ と共にガラス構造の安定化及

びその剛性度を高める成分としても非常に重要である。特に $\text{Al}_2\text{O}_3$ を $\text{SiO}_2$ と置換してガラスに導入する場合、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスの骨格に入り込み骨格形成成分としてガラスのヤング率や耐熱性を増大する効果が大い。即ち、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はガラスのヤング率を高めるためにも耐熱性を向上させるためにも欠かせない成分である。しかし、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が20%より少ないとガラスのヤング率を十分に向上させることができない。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が40%を超えると、ガラスの高温溶解性も悪化し、均質なガラスが造れない上にガラスの結晶化安定性も低下する。そこで、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量は20～40%の範囲、好ましくは21～37%の範囲であることが適当である。

【0053】 $\text{CaO}$ はガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改良する成分である。勿論ガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。特にガラスにヤング率の向上に大きく寄与する成分としての $\text{Al}_2\text{O}_3$ が多く導入された場合、ガラス構造の安定化を向上させるためにも、高温粘性を低めて溶解を容易にするためにも $\text{CaO}$ の添加が必要である。しかし、その含有量が8%未満では、ガラスの結晶化安定性が著しく低下するのに対し、30%を超えるとガラスのヤング率も低くなる傾向がある。そこで $\text{CaO}$ の含有量は8～30%の範囲、好ましくは10～27%の範囲とすることが適当である。

【0054】 $\text{Y}_2\text{O}_3$ はガラスのヤング率を向上させ、結晶化安定性を高め、耐久性及び高温溶解性を改善するために添加される成分である。特にガラスのヤング率を高めるために多くの $\text{Al}_2\text{O}_3$ をガラスに導入する場合には、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の助熔剤として $\text{Y}_2\text{O}_3$ は有効である。例えば25%以上の $\text{Al}_2\text{O}_3$ をガラスに導入する場合、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ を助熔剤として添加することで、均質なガラスが作製できる。しかし、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ は比較的に高価なので、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量は、要求されるガラスの物性に依じて15%までの量で、比較的少量とすることが好ましい。しかし、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量が少なく過ぎるとガラスの高温溶解性も悪化し、比弾性率も低下してしまう。そこで、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量の下限は2%であることが適当である。 $\text{Y}_2\text{O}_3$ の含有量は、2～15%の範囲、好ましくは3～12%の範囲であることが適当である。

【0055】 $\text{MgO}$ は、ガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改善する効果があり、ガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与し、比弾性率を高める効果もある成分であるため、所望により添加することができる。しかし、 $\text{MgO}$ の含有量が20%を超えると、必須の成分である $\text{CaO}$ を多く添加することができなくなり、ガラスの結晶化安定性も低下する傾向がある。そこで、 $\text{MgO}$ の含有量の上限は20%とすることが適当である。尚、 $\text{MgO}$ の明らかな添加効果を得るためには、その含有量を5%以上とすることが好ましい。

【0056】 $\text{TiO}_2$ はガラス骨格形成成分としても修飾成分としても働き、ガラスの高温粘性を低め溶解性を改善し、構造の安定化及びその耐久性を増す成分である。また、 $\text{TiO}_2$ は成分としてガラスに導入すると、ガラスの比重はあまり増加しないのに対し、ガラスのヤング率は大きく向上できる。しかし、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系酸化物ガラスに対しては、あまりにも多くの $\text{TiO}_2$ を導入すると、ガラスの分相傾向が強まり、かえってガラスの結晶化安定性及びその均質性を悪化させる傾向がある。そこで、含有量は25%以下、好ましくは20%以下とすることが適当である。尚、 $\text{TiO}_2$ の効果をj得るという観点からは、 $\text{TiO}_2$ の含有量は1%以上であることが適当である。

【0057】 $\text{Li}_2\text{O}$ は主にガラスの高温粘性を下げて溶解を容易にする成分である。特に $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量が多い場合、少量の $\text{Li}_2\text{O}$ を導入すればガラスの均質化に非常に効果がある。しかし、その含有量が多くなり過ぎるとガラスの耐久性も悪化し、ヤング率も小さくなる傾向がある。そこで、 $\text{Li}_2\text{O}$ の含有量は15%以下、好ましくは12%以下とすることが適当である。尚、 $\text{Li}_2\text{O}$ の明らかな添加効果をj得るためには、その含有量を1.5%以上とすることが好ましい。

【0058】 $\text{As}_2\text{O}_3$ と $\text{Sb}_2\text{O}_3$ はガラスの均質化を図るために脱泡剤として添加させる成分である。各ガラスの高温粘性に応じて適量量の $\text{As}_2\text{O}_3$ や $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 或いは $\text{As}_2\text{O}_3+\text{Sb}_2\text{O}_3$ をガラスに添加するとより均質なガラスが得られる。しかし、脱泡剤の添加量を多すぎると、ガラスの比重が上昇して比弾性率を低下させる傾向があり、また溶解用白金のつぼと反応してつぼにダメージを与える傾向もある。そこで、その添加量は3%以下、好ましくは2%以下とすることが適当である。尚、これら脱泡剤の明らかな添加効果をj得るためには、その含有量を0.2%以上とすることが好ましい。

【0059】 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 等その他の成分はいずれもガラスの高温溶解性や物理的な物性を調整するときに添加される成分である。例えば、少量の $\text{P}_2\text{O}_5$ をガラスに導入するとガラスの比弾性率は大きく変化しないのに対し、ガラスの高温粘性がかなり低くなるのでガラスの溶解を容易にする効果が大きい。また、少量の $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{CoO}$ などの着色剤をガラスに添加すると、ガラスに赤外線吸収特性を持たせ、加熱ランプ照射による磁性膜の加熱処理を効果的に行うことができる。 $\text{ZnO}+\text{SrO}+\text{NiO}+\text{CoO}+\text{FeO}+\text{CuO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Cr}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+\text{V}_2\text{O}_5$ の合計は、ガラスの機械的及び熱的な物性を調整するという観点から、5%以下であることが適当である。以上の成分の他に原料中の不純物、例えば $\text{Fe}_2\text{O}_3$ など及びガラスの清澄剤となる $\text{Cl}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{SO}_3$ 等はそれぞれ1%までなら含有しても、本発明のガラスの目的とする物性を実質的に損なうことはない。

#### 【0060】請求項11～13に記載のガラス

本発明の請求項11に記載のガラスは、ヤング率が110GPa以上であることを特徴とする基板用ガラスである。ヤング率が110GPa未満では、基板を7200rpm以上の速度で回転した場合、風力による基板のたわみの影響が大きくなり、ヘッドの浮上安定性が得られない等の問題が生じ、記録再生を安定して行うことができないという問題を生じる。ヤング率は、好ましくは120GPa以上、さらに好ましくは130GPa以上であることがヘッドの浮上安定性が得られるという観点から好ましい。尚、ヤング率は高ければ高い程好ましいが、実用的には、約150GPa以下である。

【0061】請求項12に記載のガラスは、ヤング率が110GPa以上であることに加えて、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることができるガラスである。より高い表面平滑性により、磁気ディスクの高密度化のためのヘッドの低浮上化が可能となり、表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることで、従来のものより低浮上化が可能となる。磁気ディスクをさらに高密度化するには、表面粗さ(Ra)を6オングストローム以下とすることができるガラスであることが好ましい。

【0062】請求項13のガラスは、ヤング率が110GPa以上であること、及び／又は表面粗さ(Ra)を9オングストローム以下とすることに加えて、転移点温度が700℃より高いガラスである。転移点温度が700℃より高いことで、たわみの低減化に加えて、従来の基板より高い耐熱性を有する基板を提供することができ、保磁力等の磁気特性が向上した磁気ディスクを提供することができる。請求項11～13に記載の特性を有するガラスの具体例として、請求項14～16に記載のガラスを挙げることができる。これらのガラスは、請求項11～13に記載の特性を満足すべく、イオン半径が小さく、化学結合力が強く、かつガラス構造における充填密度が高い陽イオンからなる酸化物ガラスを用いた構成となっている。

#### 【0063】請求項14～16に記載のガラス

$\text{SiO}_2$ はガラスの網目構造形成酸化物として働き、ガラス構造の安定化、即ち失透に対する結晶化安定性を増す。また $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの中間酸化物とを組み合わせることによってガラスの強度、剛性度などの磁気記録媒体用基板に必要な機械的物性を高めることができ、ガラスの耐熱性を向上させることもできる。しかし、ガラスの主成分として60%より多くの $\text{SiO}_2$ を導入したガラス組成物には、ガラスの対衝撃性や機械強度の向上に寄与する成分である $\text{Al}_2\text{O}_3$ を多く導入することができないので、より大きなヤング率を有するガラスの開発には $\text{SiO}_2$ の含有量を60%以下に抑える必要がある。これに対し、あまりにも $\text{SiO}_2$ の含有量を少なく抑えると、例えば30%未満では、ガラスの結晶化安定性が相当に悪化し、量産化できるほどの安定なガラスが造れない。そこで、 $\text{SiO}_2$ の含有

量は30-60%の範囲とする。特に32-55%の範囲であることが好ましい。

【0064】 $Al_2O_3$ はガラスに高耐熱性と高耐久性を寄与する成分としても、 $SiO_2$ と共にガラス構造の安定化及びその剛性度を高める成分としても非常に重要である。特に、 $Al_2O_3$ で $SiO_2$ を置換してガラスに導入する場合はガラスの骨格に入り込み骨格形成成分としてガラスのヤング率や耐熱性を増大する効果が大きい。即ち、 $Al_2O_3$ はガラスのヤング率を高めるためにも耐熱性を向上させるためにも欠かせない成分である。 $Al_2O_3$ を35%を超えて導入するとガラスの高温熔融性が悪化し、均質なガラスが造れない上にガラスの結晶化安定性も低下する。そこで、その含有量は35%以下の範囲とする。特に、1-30%の範囲であることが好ましい。

【0065】 $MgO$ はガラスの剛性及び強度を向上させ、高温溶解性を改良するために導入される成分である。さらに、 $MgO$ はガラスの結晶化安定性の向上やガラス均質性の改善にも寄与する。特にガラスにヤング率の向上に大きく寄与する成分としての $Al_2O_3$ が多く導入される場合、ガラス構造の安定化を向上させるためにも、高温粘性を低めて溶解を容易にするためにも $MgO$ は非常に重要な成分である。しかし、40%を超える $MgO$ をガラスに導入すると、ガラスの対衝撃性と強度を高めるために多量の $Y_2O_3$ や $Al_2O_3$ を導入したガラスでは、量産化できるほどの結晶化安定性が得られない。従って、 $MgO$ の含有量は、0-40%の範囲であることが適当である。特に、 $MgO$ の含有量は5-35%の範囲であることが好ましい。

【0066】 $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $Pr_2O_3$ 、 $Nd_2O_3$ 、 $Sm_2O_3$ 、 $Eu_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $Tb_2O_3$ 、 $Dy_2O_3$ 、 $Ho_2O_3$ 、 $Er_2O_3$ 、 $Tm_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$ などの希土類金属酸化物は、ガラスのヤング率を向上させ、結晶化安定性を高め、耐久性及び高温熔融性を改善するために添加される成分である。特にガラスの曲げ強度や対衝撃性を高めるために多くの $Al_2O_3$ をガラスに導入する場合には、 $Al_2O_3$ の助熔剤としての希土類金属酸化物の役割が無視できない。例えば、20%以上の $Al_2O_3$ をガラスに導入する場合、 $Y_2O_3$ は均質なガラスの作製に必要不可欠な成分である。しかし、希土類金属酸化物は比較的高価なものであるため、所望のヤング率に応じて、なるべく少量の希土類金属酸化物を導入することが好ましい。また、希土類金属酸化物の添加量が多くなり過ぎると、ガラスのヤング率は増加するが、比重も大きく増加してしまう。これに対し適当量の希土類金属酸化物をガラスに導入するとガラスヤング率の向上に大きく寄与する。従って、希土類金属酸化物の合計の含有量は、磁気ディスク基板として使用されるガラスに要求されるヤング率に応じて1-27%の範囲とすることが適当である。特に、希土類金属酸化物の合計の含有量は、2-20%の範囲であることが好ましい。

【0067】 $Li_2O$ はガラスの高温溶解性を改善するため

に非常に有用な成分である。さらに、少量の $Li_2O$ を導入すると、ガラスのヤング率はあまり変わらないが、比重を大幅に減少できるという利点がある。また、少量でも $Li_2O$ を導入したガラスは、イオン交換により化学強化することができ、高強度ガラスの製造の際に有利である。しかし、 $Li_2O$ の導入量が多くなり過ぎるとガラスの結晶化安定性が低下する傾向がある。そこで、 $Li_2O$ の導入量は、15%以下であることが好ましい。尚、 $Li_2O$ の添加効果を得るという観点からは、 $Li_2O$ の含有量は2%以上であることが適当である。尚、ガラスの結晶化安定性を高め、ガラスの均質性、耐久性及び高温熔融性等を改善するという観点からは、 $Li_2O+MgO+Y_2O_3+La_2O_3+CeO_2+Pr_2O_3+Nd_2O_3+Sm_2O_3+Eu_2O_3+Gd_2O_3+Tb_2O_3+Dy_2O_3+Ho_2O_3+Er_2O_3+Tm_2O_3+Yb_2O_3 > 25\%$ であることが適当である。

【0068】 $TiO_2$ はガラス骨格形成成分としても修飾成分としても働き、ガラスの高温粘性を低め熔融性を改善し、構造の安定化及びその耐久性を増す。また、 $TiO_2$ は成分としてガラスに導入すると、ガラスの比重はあまり増加しないのに対し、ガラスのヤング率は大きく向上できる。特に $MgO$ や $Al_2O_3$ を多く導入するガラスに対しては、 $TiO_2$ はガラスの高温溶解性及び結晶化安定性を向上させ、 $Al_2O_3$ との組み合わせによってガラスのヤング率を高めることが大いに期待できる。但し、あまりにも多くの $TiO_2$ を導入すると、ガラスの分相傾向が強まり、かえってガラスの結晶化安定性及びその均質性を悪化させる恐れがある。そこで、 $TiO_2$ の含有量は20%以下とすることが適当である。特に、15%以下であることが好ましい。尚、 $TiO_2$ の添加効果を得るという観点からは、 $TiO_2$ の含有量は2%以上であることが適当である。

【0069】 $ZrO_2$ は主にガラスの耐久性及び剛性を高めるために添加される成分である。少量の $ZrO_2$ を添加するとガラス耐熱性を向上させる効果があり、ガラスの失透に対する結晶化安定性も向上する。しかし、8%を超える量の $ZrO_2$ を導入するとガラスの高温溶解性が著しく悪化し、ガラスの表面平滑性も悪くなり、比重も増加する。そこで、 $ZrO_2$ の含有量は8%以下にすることが好ましく、6%以下であることがさらに好ましい。尚、 $ZrO_2$ の添加効果を得るという観点からは、 $ZrO_2$ の含有量は0.5%以上であることが適当である。

【0070】 $CaO$ 、 $ZnO$ 、 $NiO$ 及び $Fe_2O_3$ は主にガラスの高温熔融性、結晶化安定性を改善するために導入される成分である。これらの成分は陽イオンの半径が大きく、 $MgO$ と混合してガラスに導入すると結晶化安定性を向上させる効果がある。しかし、導入量が多くなり過ぎるとガラスの比重も増大し、ヤング率も低下する傾向がある。そこで、 $CaO$ 、 $ZnO$ 、 $NiO$ 及び $Fe_2O_3$ の合計の含有量は、15%以下であることが好ましく、12%以下であることがさらに好ましい。尚、これらの成分の添加効果を得るという観点からは、その合計の含有量は1%以上である

ことが適当である。

【0071】 $As_2O_3$ と $Sb_2O_3$ はガラスの均質化を図るために脱泡剤として添加される成分である。各ガラスの高温粘性に応じて適当量の $As_2O_3$ や $Sb_2O_3$ 或いは $As_2O_3+Sb_2O_3$ をガラスに添加すると均質なガラスが得られる。しかし、これらの脱泡剤の添加量が多過ぎると、ガラスの比重が上昇してヤング率を低下させる傾向があり、かつ溶解用白金るつぽと反応してつぽにダメージを与える恐れもある。そこで、 $As_2O_3+Sb_2O_3$ の添加量は2%以下であることが好ましく、1.5%以下であることがさらに好ましい。

【0072】 $SrO$ 、 $CoO$ 、 $CuO$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ 、 $V_2O_5$ 等の成分はいずれもガラスの高温溶解性とか物理的な物性を調整するときに添加される成分である。例えば、少量の $P_2O_5$ をガラスに導入するとガラスのヤング率に大きな変化はないのに対し、ガラスの高温粘性がかなり低くなるのでガラスの溶解を容易にする効果が大きい。また、少量の $V_2O_5$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $CuO$ 、 $CoO$ などの着色剤をガラスに添加すると、ガラスに赤外線吸収特性を持たせ、加熱ランプ照射による磁性膜の加熱処理を効果的に行うことができる。 $ZnO+SrO+NiO+CoO+FeO+CuO+Cr_2O_3+B_2O_3+P_2O_5+V_2O_5$ の合計は、ガラスの高温溶解性の改善とガラスの機械的・熱的物性の調整という観点から、5%以下であることが適当である。

【0073】以上の基本成分の他に原料中の不純物例えばガラスの清澄剤となる $Cl$ 、 $F$ 、 $SO_3$ 等はそれぞれ1%までなら含有しても本発明のガラス組成物の主旨を損ねることがない。

#### 【0074】請求項18～19に記載のガラス

このガラスは、 $Ti$ 、 $V$ 、 $Cr$ 、 $Mn$ 、 $Fe$ 、 $Co$ 、 $Ni$ 、 $Cu$ 、 $Zn$ 、 $Ga$ 、 $Ge$ 、 $Y$ 、 $Zr$ 、 $Nb$ 、 $Mo$ 、 $La$ 、 $Ce$ 、 $Pr$ 、 $Nd$ 、 $Pm$ 、 $Sm$ 、 $Eu$ 、 $Gd$ 、 $Tb$ 、 $Dy$ 、 $Ho$ 、 $Er$ 、 $Tm$ 、 $Yb$ 、 $Hf$ 、 $Ta$ 及び $W$ からなる群から選ばれる1種又は2種以上の金属の酸化物を3～30モル%含むことを特徴とする情報記録媒体用ガラスである。 $Y$ や $Ti$ の酸化物がヤング率の向上に寄与することは上述のとおりであるが、これらの物質の採用は、誘電率が高く、ガラスに導入するとガラスの充填密度が高まるような物質を採用することによりガラスのヤング率を高めるといふ本発明者らの理論的思考に基づき行われているものである。同様に、導入したときガラスの充填密度を向上させることができる上記に列記した金属の酸化物を3～30モル%の範囲で適宜導入させることにより、比較的高いヤング率(例えば、90Gpa以上)のガラスを得ることができる。このようなガラスは、磁気ディスク等の情報記録媒体用基板に非常に適している。上記金属の酸化物の導入量が3モル%未満の場合、ガラスのヤング率の向上が不充分であり、好ましくない。また、上記金属の酸化物の導入量が30モル%を超える場合、金属の種類によって異なるが、ガラスの結晶安定性及びその均質性を悪化させたり、あるいは比重が大きく増加し

て比弾性率を低下させるという理由で好ましくない。上記金属の酸化物の導入量の下限は、ヤング率の向上という観点から、好ましくは5モル%、より好ましくは10モル%である。また、上記金属の酸化物の導入量の上限は、ガラスの結晶安定性及びその均質性並びに比弾性率の観点から、好ましくは25モル%、より好ましくは20モル%である。

#### 【0075】ガラス及び基板の造方法

本発明のガラスは、公知の製造方法により製造することができる。例えば、高温熔融法即ち所定の割合のガラス原料を空気中又は不活性ガス雰囲気中で溶解し、バブリングや脱泡剤の添加や攪拌などによってガラスの均質化を行い、周知のプレス法やダウンドローム成形などの方法により板ガラスを得ることができる。その後、研削、研磨などの加工が施され所望のサイズ、形状の磁気記録媒体用基板とすることができる。なお、研磨ではラッピング及び酸化セリウムなどの研磨粉によるポリシング加工を行うことで、表面粗さ(Ra)を例えば3～5オングストロームの範囲にすることができる。

【0076】本発明のガラスは、耐熱性、表面平滑性、化学耐久性、光学的性質及び機械的強度に優れているので、磁気ディスク等の情報記録媒体用基板や光磁気ディスク用のガラス基板や光ディスクなどの電子光学用ガラス基板、次世代LCDとして気体される低温多結晶シリコン液晶表示装置用の耐熱性基板、或いは電気、電子部品用のガラス基板として好適に使用できる。

#### 【0077】磁気ディスクの説明

本発明の磁気ディスクは、上記本発明のガラスからなる基板上に、少なくとも磁性層を有することを特徴とする。本発明の磁気ディスク(ハードディスク)は、本発明のガラスからなる基板の主表面に、少なくとも磁性層を形成した磁気ディスク(ハードディスク)であり、以下に説明する。磁性層以外の層としては、機能面から、下地層、保護層、潤滑層、凹凸制御層などが挙げられ、必要に応じて形成される。これらの各層の形成には各種薄膜形成技術が利用される。磁性層の材料は特に制限されない。磁性層としては、例えば、Co系その他、フェライト系、鉄-希土類系などが挙げられる。磁性層は、水平磁気記録、垂直磁気記録のいずれの磁性層でもよい。磁性層としては、具体的には、例えば、Coを主成分とするCoPt、CoCr、CoNi、CoNiCr、CoCrTa、CoPtCrやCoNiCrPt、CoNiCrTa、CoCrPtTa、CoCrPtSiO<sub>2</sub>などの磁性薄膜が挙げられる。また、磁性層を非磁性層で分割してノイズ低減を図った多層構成としてもよい。

【0078】磁性層における下地層は、磁性層に応じて選択される。下地層としては、例えば、Cr、Mo、Ta、Ti、W、V、B、Alなどの非磁性金属から選ばれる少なくとも一種以上の材料、又はそれらの金属の酸化物、窒化物、炭化物等からなる下地層等が挙げられる。Coを主成分とする磁性層の場合には、磁気特性向上の観点から

Cr単体やCr合金であることが好ましい。下地層は単層とは限らず、同一又は異種の層を積層した複数層構造とすることもできる。例えば、Al/Cr/CrMo、Al/Cr/Cr等の多層下地層等が挙げられる。

【0079】また、基板と磁性層の間又は磁性層の上部に、磁気ヘッドと磁気ディスクが吸着することを防止するための凹凸制御層を設けてもよい。この凹凸制御層を設けることによって、磁気ディスクの表面粗さは適度に調整されるので、磁気ヘッドと磁気ディスクが吸着することがなくなり、信頼性の高い磁気ディスクが得られる。凹凸制御層の材料及び形成方法は多種知られており、特に制限されない。例えば、凹凸制御層の材料としては、Al、Ag、Ti、Nb、Ta、Bi、Si、Zr、Cr、Cu、Au、Sn、Pd、Sb、Ge、Mgなどから選ばれる少なくとも一種以上の金属、又はそれらの合金、あるいは、それらの酸化物、窒化物、炭化物等からなる下地層等が挙げられる。形成が容易であるという観点からは、Al単体やAl合金、酸化Al、窒化AlといったAlを主成分とする金属であることが望ましい。

【0080】また、ヘッドスティクションを考慮すると、凹凸形成層の表面粗さは、 $R_{max}=50\sim300$ オングストロームであることが好ましい。より好ましい範囲は、 $R_{max}=100\sim200$ オングストロームである。 $R_{max}$ が50オングストローム未満の場合、磁気ディスク表面が平坦に近い場合、磁気ヘッドと磁気ディスクが吸着し、磁気ヘッドや磁気ディスクが吸着し、磁気ヘッドや磁気ディスクが傷ついてしまったり、吸着によるヘッドクラッシュを起こすので好ましくない。また、 $R_{max}$ が300オングストロームを超える場合、グライド高さ（グライドハイト）が大きくなり記録密度の低下を招くので好ましくない。尚、凹凸制御層を設けずに、ガラス基板表面に、エッチング処理やレーザー光の照射等の手段で凹凸を付け、テクスチャリング処理を施してもよい。

【0081】保護層としては、例えば、Cr膜、Cr合金膜、炭素膜、ジルコニア膜、シリカ膜等が挙げられる。これらの保護膜は、下地層、磁性層等とともにインライン型スパッタ装置等で連続して形成できる。また、これらの保護膜は、単層としてもよく、あるいは、同一又は異種の膜からなる多層構成としてもよい。上記保護層上に、あるいは上記保護膜に替えて、他の保護層を形成してもよい。例えば、上記保護層上にテトラアルコキシランをアルコール系の溶媒で希釈した中に、コロイダルシリカ微粒子を分散して塗布し、さらに焼成して酸化ケイ素（ $SiO_2$ ）膜を形成してもよい。この場合、保護膜と凹凸制御層の両方の機能を果たす。潤滑層としては多種多様な提案がなされているが、一般的には、液体潤滑剤で

あるパーフルオロポリエーテルをフレオン系などの溶媒で希釈し、媒体表面にディッピング法、スピンコート法、スプレイ法によって塗布し、必要に応じて加熱処理を行って形成する。

【0082】

【実施例】以下、本発明の実施例によりさらにを説明する。表1～5に、実施例1～61のガラス組成をモル%で示し、表6～13に、実施例100～190のガラス組成をモル%で示した。これらのガラスを溶解する際の出発原料としては、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Al(OH)_3$ 、 $MgO$ 、 $CaCO_3$ 、 $Y_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $Li_2CO_3$ などを用いて、表1～12に示した所定の割合に250～300g秤量し、十分に混合して調合パッチと成し、これを白金するつぼに入れ、1550℃で空气中3～5時間ガラスの溶解を行った。熔融後、ガラス融液をサイズ180×15×25mm或いはφ67mm×5mmのカーボンの金型に流し、ガラスの転移点温度まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、ガラスの転移温度範囲で約1時間アニールして炉内で室温まで放冷した。得られたガラスは顕微鏡で観察できる結晶が析出しなかった。

【0083】180×15×25mmサイズのガラスを100×10×10mm、10×10×20mmに研磨した後、ヤング率、比重、DSCの測定サンプルとした。φ67mm×厚み5mmの円盤ガラスをφ65×厚み0.5mmに研磨して表面粗さの測定サンプルとした。DSCの測定は10×1×20mmの板状ガラスを150メッシュの粉末に磨き、50mgを秤量して白金パンに入れ、MAC-3300型DSC装置を用いて行った。ヤング率の測定は100×10×10mmのサンプルを用いて超音波法で行った。実施例1～61のガラスについて、測定で得られた表面粗さ、比重、ヤング率、比弾性率、及び転移点温度のデータをガラスの組成と共に表1～5に示した。また、得られたガラスをディスク状に切断し、主表面を酸化セリウムにてポリッシング加工することによって、外円半径32.5mm、内円半径10.0mm、厚さ0.43mmの磁気ディスク用基板を得た。得られた基板のたわみの測定結果も表1～5に示す。また、実施例100～190のガラスについて、測定で得られた表面粗さ、ヤング率、及び転移点温度のデータをガラスの組成と共に表6～13に示した。比較のため、特開平1-239036号に開示されたイオン交換ガラス基板と特開平7-187711号公報に記載されたガラス基板とをそれぞれ比較例1、2として、表5に組成と特性を記載する。

【0084】

【表1】

(モル%)

実施例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO <sub>2</sub>	49.00	45.00	44.00	45.00	40.00	45.00	45.00	34.00	30.00	35.00	35.00	35.00	40.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.00	20.00	17.00	12.50	12.50	10.00	7.50	17.00	15.00	15.00	17.00	15.00	20.00
MgO	25.00	25.00	21.00	30.00	30.00	30.00	30.00	15.00	15.00	15.00	20.00	20.00	30.00
CaO	5.00	10.00	14.00	5.00	5.00	5.00	5.00	20.00	20.00	15.00	13.00	10.00	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	7.50	7.50	5.00	7.50	—	—	—	—	5.00	5.00
TiO <sub>2</sub>	—	—	4.00	—	5.00	5.00	—	14.00	20.00	20.00	15.00	15.00	5.00
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	5.00	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
表面粗さRa (Å)	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4
比 重 (g/cc)	2.72	2.72	2.82	3.17	3.28	3.11	3.43	2.87	3.11	3.04	2.97	3.23	3.10
ヤ ン グ 率 (GPa)	108.8	107.4	108.4	119.9	125.1	118.9	126.8	113.5	119.5	120.0	116.5	123.9	124.5
比 弾 性 率 (10 <sup>4</sup> Nm/kg)	40	39.5	38.4	37.8	38.4	38.2	37.00	38.2	38.4	39.5	39.2	38.3	40.2
転移点温度 (°C)	778	769	738	757	752	750	764	722	709	725	717	737	760
h=0.43 たわみ (μm)	1.18	1.19	1.22	1.23	1.20	1.22	1.28	1.22	1.21	1.19	1.20	1.21	1.16

【0085】

【表2】

(モル%)

実施例	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
SiO <sub>2</sub>	40.00	35.00	40.00	45.00	50.00	35.00	40.00	40.00	40.00	40.00	35.00	40.00	45.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.00	15.00	15.00	15.00	15.00	25.00	15.00	20.00	20.00	20.00	33.00	30.00	25.00
MgO	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	25.00	25.00	20.00	15.00	7.00	7.00	15.00
CaO	10.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.00	5.00	10.00	15.00	18.00	13.00	10.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	—	—	—	—	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	—
TiO <sub>2</sub>	5.00	15.00	10.00	5.00	—	10.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	5.00
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
表面粗さRa (Å)	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4
比 重 (g/cm <sup>3</sup> )	3.06	2.99	2.91	2.83	2.75	3.15	3.14	3.10	3.11	3.12	3.045	3.04	2.78
ヤ ン グ 率 (GPa)	118.3	113.4	109.2	105.1	101.9	122.5	119.4	121.7	119.0	117.0	116.4	116.1	109.7
比 弾 性 率 (10 <sup>4</sup> Nm/kg)	38.6	37.9	37.5	37.1	37.1	38.9	38.1	39.3	38.3	37.5	38.2	38.2	39.5
転移点温度 (°C)	787	724	730	742	753	781	751	757	763	787	803	795	775
h=0.43 たわみ (μm)	1.21	1.23	1.25	1.27	1.27	1.20	1.22	1.18	1.22	1.24	1.22	1.23	1.19

【0086】

【表3】

(モル%)

実施例	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	42.00	43.00	45.00	41.00	40.00	40.00	35.00	40.00	37.00	38.00	38.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.00	25.00	28.00	25.00	25.00	27.00	27.00	32.00	33.00	32.00	35.00	35.00	33.00
MgO	12.00	10.00	8.00	15.00	22.00	20.00	17.00	17.00	—	—	—	—	—
CaO	10.00	10.00	15.00	10.00	—	—	—	—	25.00	20.00	16.00	19.00	22.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	3.50	—	1.00	4.00	8.00	8.00	5.00	8.00	5.00	5.00	4.00
TiO <sub>2</sub>	8.00	5.00	3.50	5.00	7.00	8.00	8.00	3.00	2.00	—	—	—	2.00
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	5.00	—	—	—	—	—	—	—	—	7.00	5.00	2.50
表面粗さRa (Å)	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4
比 重 (g/cm <sup>3</sup> )	2.795	2.724	2.952	2.841	2.836	3.024	3.218	3.167	3.028	3.114	2.933	2.983	2.952
ヤ ン グ 率 (GPa)	109.7	107.4	118.5	112.0	116.0	123.1	127.3	127.4	112.4	118.0	113.0	112.4	112.1
比 弾 性 率 (10 <sup>9</sup> Nm/kg)	38.2	39.4	40.1	39.5	40.8	40.8	39.5	40.2	37.1	37.2	38.6	38.3	38.0
転移点温度 (°C)	760	700	788	787	769	778	778	802	828	844	742	758	771
h=0.43 たわみ (μm)	1.20	1.20	1.17	1.19	1.15	1.15	1.18	1.16	1.26	1.25	1.22	1.23	1.24

【0087】

【表 4】

(モル%)

実施例	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
SiO <sub>2</sub>	38.00	35.00	43.00	41.00	40.00	40.00	44.00	40.00	40.00	44.00	44.00	44.00	40.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.00	37.00	30.00	30.00	25.00	30.00	25.00	15.00	12.50	20.00	15.00	10.00	15.00
MgO	—	—	17.00	18.00	25.00	20.00	25.00	30.00	30.00	30.00	35.00	40.00	35.00
CaO	15.00	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	8.00	6.00	7.00	5.00	5.00	1.00	10.00	12.50	1.00	1.00	1.00	5.00
TiO <sub>2</sub>	—	—	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	10.00	10.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
表面粗さRa (Å)	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3
比 重 (g/cm <sup>3</sup> )	2.905	3.022	3.071	3.14	3.063	3.057	2.833	3.388	3.515	2.85	2.87	2.89	3.119
ヤ ン グ 率 (GPa)	111.4	115.5	124.3	128.9	124.1	124.2	117	129.8	131.9	116.3	116.0	116.1	123.8
比 弾 性 率 (10 <sup>9</sup> Nm/kg)	38.3	38.2	40.5	41.1	40.5	40.6	41.3	38.3	37.5	40.8	40.6	40.2	39.7
転移点温度 (°C)	710	727	791	799	778	785	768	773	778	758	743	736	751
h=0.43 たわみ (μm)	1.23	1.23	1.10	1.14	1.15	1.15	1.14	1.22	1.24	1.15	1.15	1.17	1.18

【0088】

【表 5】

(モル%)

実施例	53	54	55	56	57	58	59	60	61	比較例 1	比較例 2
SiO <sub>2</sub>	40.00	40.00	40.00	40.00	35.00	43.00	40.00	40.00	45.00	SiO <sub>2</sub> : 73.0	SiO <sub>2</sub> : 52.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.00	10.00	7.50	15.00	15.00	21.00	25.00	17.00	25.50	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1.0
MgO	40.00	35.00	40.00	25.00	35.00	30.00	25.00	35.00	23.00	CaO: 7.0	CaO: 16.0
CaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Na <sub>2</sub> O: 9.0	Na <sub>2</sub> O: 7.0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	10.00	7.50	15.00	5.00	1.00	5.00	3.00	3.00	K <sub>2</sub> O: 9.0	K <sub>2</sub> O: 5.0
TiO <sub>2</sub>	5.00	5.00	5.00	5.00	10.00	—	—	—	2.00	ZnO: 2.0	F: 19.0
ZrO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	5.00	5.00	5.00	2.00	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.2	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
表面粗さ Ra (Å)	4	3	4	4	5	4	5	4	4	12	25
比重 (g/cm <sup>3</sup> )	3.166	3.411	3.35	3.604	3.225	2.952	3.162	3.110	2.97	2.60	2.60
ヤング率 (GPa)	125.6	129.8	128.5	134.0	129.5	120.0	126.4	124.7	126.5	79.0	91.0
比弾性率 (10 <sup>9</sup> Nm/kg)	39.7	38.0	38.4	37.2	40.2	40.7	40.1	40.1	42.6	30.3	35.0
転移点温度 (°C)	752	765	755	790	746	771	779	763	791	554	—
h=0.43 たわみ (μm)	1.18	1.22	1.21	1.25	1.16	1.15	1.17	1.16	1.09	—	—

【0089】

【表 6】

(モル%)

	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	40.00	44.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.50	12.50	12.00	18.00	22.00	25.00	15.00	15.00	17.50	20.00	22.50	20.00	15.00	17.50
MgO	30.00	28.00	28.00	22.00	18.00	20.00	25.00	25.00	22.50	20.00	17.50	22.00	27.00	27.50
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.50	12.50	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	10.00
TiO <sub>2</sub>		4.00					4.00							
ZrO <sub>2</sub>			5.00	5.00	5.00	5.00		8.00	8.00	8.00	8.00	6.00	6.00	5.00
Li <sub>2</sub> O														
CaO														
ZnO														
NeO														
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>														
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>														
ヤング率(Gpa)	130.2	129.0	130.0	129.1	129.9	131.0	129.5	133.0	133.3	132.4	132.3	132.6	133.5	131.0
T <sub>g</sub> (°C)	790	773	794	771	812	806	784	773	778	775	795	783	773	773
表面粗さ(Å)	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4

【0090】

【表 7】

(モル%)

	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
SiO <sub>2</sub>	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	42.00	42.00	42.00	42.00	40.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.50	25.00	25.00	20.00	15.00	15.00	20.00	25.00	25.00	20.00	15.00	20.00	22.50
MgO	22.50	20.00	17.50	22.50	27.50	25.00	20.00	15.00	18.00	23.00	25.00	20.00	22.50
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.00
TiO <sub>2</sub>	5.00	5.00	7.50	7.50	7.50	10.00	10.00	10.00	5.00	5.00	8.00	8.00	7.00
ZrO <sub>2</sub>													
Li <sub>2</sub> O													
CaO													
ZnO													
NiO													
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
ヤング率(Gpa)	130.4	130.5	131.0	130.9	131.7	132.0	131.2	131.2	128.8	129.2	130.2	129.5	129.1
転移温度	792	801	782	780	776	772	779	795	791	791	777	785	795
表面粗さ(Å)	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4

【0091】

【表 8】

(モル%)

	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
SiO <sub>2</sub>	40.00	40.00	40.00	45.00	50.00	45.00	50.00	42.00	42.00	40.00	42.00	42.00	42.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.50	17.50	22.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50
MgO	27.50	24.50	19.50	22.50	22.50	17.50	17.50	17.50	15.50	17.50	12.50	10.50	20.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.00	8.00	8.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	12.00	10.00
TiO <sub>2</sub>	7.00	10.00	10.00	5.00		5.00		8.00	8.00	10.00	8.00	8.00	8.00
ZrO <sub>2</sub>													
Li <sub>2</sub> O						5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	10.00	10.00	2.50
CaO													
ZnO													
NiO													
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
ヤング率(Gpa)	129.6	129.7	129.5	127.1	122.2	125.9	131.5	128.6	130.5	130.3	124.1	125.8	130.4
転移温度(°C)	790	760	782	778	782	704	716	718	710	706	657	652	727
表面粗さ(Å)	4	3	4	2	2	3	2	3	3	3	3	4	3

【0092】

【表 9】

(モル%)

	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
SiO <sub>2</sub>	42.00	45.00	42.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.50	15.50	17.50	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	28.00	18.00	13.00	8.00
MgO	18.50	17.50	20.50		5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	10.00	20.00	25.00	30.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.00	12.00	10.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00		10.00	10.00	10.00	10.00
TiO <sub>2</sub>	8.00	5.00	10.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
ZrO <sub>2</sub>													
Li <sub>2</sub> O		5.00											
CaO													
ZnO													
NiO													
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>													
ヤング率(Gpa)	132.6	129.0	132.1	134.1	133.1	130.2	126.8	122.4	118	126.9	127	128.2	129.1
転移温度(℃)	797	715	767	816	837	815	801	781	753	815	786	778	775
表面粗さ(Å)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4

【0093】

【表 10】

(モル%)

	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	45.00	45.00	38.00	38.00	38.00	40.00	38.00	38.00	38.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.00	23.00	4.00	32.00	15.50	20.00	15.50	17.50	22.50	20.00	17.50
MgO	20.00	20.00	34.00	6.00	24.50	20.00	22.50	20.50	17.50	18.00	20.50
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.00	5.00	10.00	10.00	12.00	12.00	12.00	10.00	12.00	12.00	12.00
TiO <sub>2</sub>	7.00	7.00	7.00	7.00	10.00	10.00	12.00	12.00	10.00	12.00	12.00
ZrO <sub>2</sub>											
Li <sub>2</sub> O											
CaO											
ZnO											
NiO											
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											
ヤング率(Gpa)	132.2	122.4	129.1	129.3	135.2	134.2	135.4	132.1	133.9	135.0	135.1
転移温度(℃)	797	768	767	812	780	786	774	775	792	778	779
表面粗さ(Å)	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4

【0094】

【表 11】

(モル%)

	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50
MgO	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										10.00
TiO <sub>2</sub>	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.00									
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		10.00								
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			10.00							
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				10.00						
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					10.00					
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						10.00				
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							10.00			
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								10.00		
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									10.00	
ヤング率(GPa)	128.4	128.0	127.7	127.4	126.0	125.8	125.2	123.2	122.4	120
転移温度(°C)	784	781	788	781	781	776	778	772	774	769
表面粗さ(Å)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

【0095】

【表12】

(モル%)

	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	40.00	40.00	40.00	40.00	45.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	10.00
MgO	22.50	22.50	17.50	12.50	17.50	12.50	17.50	12.50	19.50	20.50	22.50	17.50	20.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TiO <sub>2</sub>	5.00	5.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	10.00	7.00	5.00	10.00	10.00
ZrO <sub>2</sub>										5.00	5.00	5.00	
Li <sub>2</sub> O													5.00
CaO			5.00	10.00									
ZnO							5.00	10.00					
NiO					5.00	10.00							
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									5.00				
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.00												
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		10.00											
ヤング率(GPa)	119.0	117.0	126.4	123.4	132.3	134.5	129.3	128.8	130.6	181.0	130.6	181.02	128.4
転移温度(°C)	769	779	777	778	776	776	765	784	761	776	784	784	692
表面粗さ(Å)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

【0096】

【表13】

(モル%)

	187	188	189	190	比較例 1	比較例 2
SiO <sub>2</sub>	45.00	45.00	45.00	45.00	SiO <sub>2</sub> :73.00	SiO <sub>2</sub> :52.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	5.00	3.00	8.00	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :0.60	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :1.00
MgO	25.00	25.00	25.00	80.00	CaO:7.00	CaO:16.00
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.00	10.00	10.00	2.50	Na <sub>2</sub> O:9.00	Na <sub>2</sub> O:7.00
TiO <sub>2</sub>	10.00	8.00	12.00	7.00	K <sub>2</sub> O:9.00	K <sub>2</sub> O:5.00
ZrO <sub>2</sub>					ZnO:2.00	F:19.00
Li <sub>2</sub> O	5.00	7.00	5.00	7.50	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :0.20	
CaO						
ZnO						
NiO						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
ヤング率(Gpa)	131.5	131.1	132.5	119.1	79.0	91.0
転移温度(℃)	687	664	687	652	554	
表面粗さ(Å)	4	4	4	4	12.00	25

【0097】表1～13から明らかなように、実施例1～61及び100～190のガラスはガラス転移点が高いため、所望の熱処理（通常700℃以下で）を施しても十分に対応できる程度の耐熱性があることが分かる。特に、ヤング率及び／又は比弾性率などガラスの強度特性が大きいことから、磁気記録媒体用基板として使用した場合、このガラス基板が高速回転しても、基板に反りやブレが生じにくく、より基板の薄型化にも対応できることが分かる。さらに、これらのガラスの表明粗度（Ra）を50ナングストローム以下に研磨することができ、平坦性に優れているので、磁気ヘッドの低浮上化を図ることができる。さらに、実施例1～61のガラスは、たわみも小さい。従って、本発明のガラスは、磁気記録媒体用ガラス基板として有用である。

【0098】これに対し、比較例1の化学強化ガラス基板は、表面平滑性及び平坦性に優れているものの、耐熱性や比弾性率などの強度特性で本発明のガラス基板に比べかなり劣る。従って、磁気記録媒体を製造する際、高い保磁力を得るために行う磁気層に対する熱処理が十分できず、高保磁力を有する磁気記録媒体が得られない。さらに、 $30 \times 10^6 \text{ Nm/kg}$ 程度の小さな比弾性率をもつガラスでは、基板の反りやたわみが大きいので薄型化に対応できない。また、比較例2の結晶化ガラス基板は、比弾性率や平滑性の点で本発明のガラスに比べ劣る。特に基板の平滑性が大きな結晶粒子の存在によって損なわれるので、高密度記録化を図ることができない。本発明のガラスは、ヤング率、高比弾性率、高耐熱性を有し、磁気ディスク用基板として極めて有用である。

【0099】ハードディスクの製造方法

図1に示すように、磁気ディスク1は、上記実施例1のガラスを用いて作成したガラス基板2上に、順次、凹凸制御層3、下地層4、磁性層5、保護層6、潤滑層7を形成したものである。各層について具体的に説明すると、基板1は、外円半径32.5mm、内円半径10.0mm、厚さ0.43mmの円板上に加工したものであって、その両主表面を表面粗さがRa=40ナングストローム、Rmax=40ナングストロームとなるように精密研磨したものである。凹凸制御層は、平均粗さ50ナングストローム、表面粗さRmaxが150ナングストローム、窒素の含有量が5～35%のAlNの薄膜である。下地層は、厚さ約600ナングストロームのCrVの薄膜で、組成比はCr:83at%、V:17at%である。磁性層は、厚さ約300ナングストロームのCoPtCrの薄膜で、組成比はCo:76at%、Pt:6.6at%、Cr:17.4at%である。保護層は、厚さ約100ナングストロームのカーボン薄膜である。潤滑層は、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑層をスピコート法によって、カーボン保護層上に塗布して厚さ8ナングストロームに形成したものである。

【0100】次に、磁気ディスクの製造方法について説明する。まず、実施例1で製造したガラスを、外円半径32.5mm、内円半径10.0mm、厚さ0.5mmの円板上に研削加工し、その両主表面を表面粗さがRa=40ナングストローム、Rmax=40ナングストロームとなるように精密研磨して磁気ディスク用ガラス基板を得る。次いで、上記ガラス基板を基板ホルダーにセットした後、インラインスパッタ装置の仕込み室に送り込む。続いて、ガラス基板のセットされたホルダーを、Alターゲットがエッチされ

た第一チャンバーに送り込み、圧力 4 mtorr、基板温度 350°C、Ar+N<sub>2</sub>ガス (N<sub>2</sub>=4%) 雰囲気でスパッタリングする。その結果、ガラス基板上に、表面粗さR<sub>max</sub>=150オングストローム、膜厚50オングストロームのAlN薄膜(凹凸形成層)が得られた。次に、AlNが成膜されたガラス基板のセットされたホルダーを、CrV (Cr: 83at%、V: 17at%) ターゲットが設置された第二チャンバー、CoPtCr (Co: 76at%、Pt: 6.6at%、Cr: 17.4at%) ターゲットが設置された第三チャンバーに連続的に順次送り込み、基板上に成膜する。これらの膜は、圧力2mtorr、基板温度350°C、Ar 雰囲気中でスパッタリングし、膜厚約600オングストロームのCrV下地層、膜厚約300オングストロームのCoPtCr磁性層を得る。

【0101】次いで、凹凸制御層、下地層、磁性層が形成された積層体を、加熱処理するための加熱ヒーターが設けられた第四チャンバーに送り込む。このとき第四チャンバー内をArガス(圧力2mtorr) 雰囲気にして熱処理を行う。上記基板をカーボンターゲットが設置された第五チャンバーに送り込み、Ar+H<sub>2</sub>ガス (H<sub>2</sub>=6%) 雰囲気中で成膜したこと以外は上記CrV下地層及びCoPtCr磁性層と同じ成膜条件で、膜厚約100オングストロームのカーボン保護層を得る。最後に、カーボン保護層の形成までを終えた基板を上記インラインスパッタ装置から取り出し、そのカーボン保護層の表面に、ディッピング法によってパーフルオロポリエーテルを塗布して厚

さ8オングストロームの潤滑層を形成して磁気ディスクを得た。以上、好ましい実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

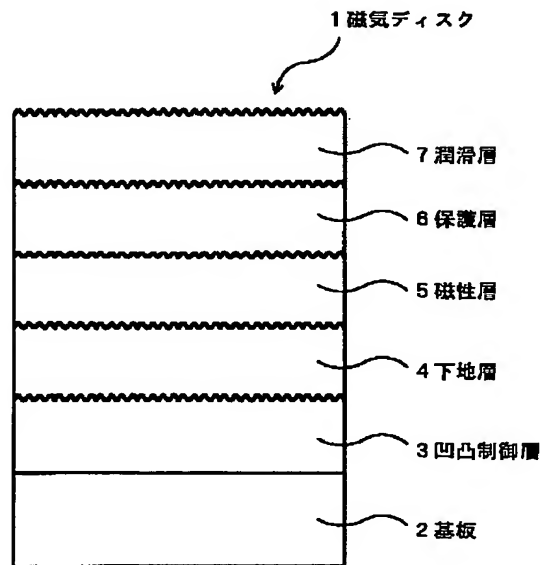
#### 【0102】

【発明の効果】本発明のガラスを用いることで、 $36 \times 10^6$  Nm/kg以上の高い比弾性率または110GPa以上大きなヤング率及び700°C以上の高い転移温度(高い耐熱性)を有し、優れた表面平滑性(表面粗さR<sub>a</sub><9オングストローム)を有し、かつ強度の大きいガラス基板を提供することができる。また、本発明のガラスは耐熱性に優れるため、磁気膜の特性向上に必要な熱処理を基板が変形すること無しに施すことができ、平坦性に優れるため、磁気ヘッドの低浮上化即ち高密度記録化が達成でき、比弾性率及び強度が大きいため、磁気ディスクの薄型化を達成できると共に磁気ディスクの破損も避けられる。さらにガラスとしても比較的安定に得ることができ、工業的規模での生産が容易であるため、安価な次世代磁気記録媒体用基板ガラスとして大いに期待できる。さらに、本発明によれば、磁気ヘッドの低浮上化に対応できる高密度記録化が可能な磁気ディスク、及び薄型化をしても破損を回避できる磁気ディスクを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ガラス基板2上に、順次、凹凸制御層3、下地層4、磁性層5、保護層6、潤滑層7を形成した磁気ディスク1の概略断面図。

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 1 1 B 5/84  
7/24

識別記号

5 2 6

F I

G 1 1 B 5/84  
7/24

A

5 2 6 V